

4. Кислицин А.Н. Пиролиз древесины: химизм, кинетика, продукты, новые процессы. М.: Лесная промышленность, 1990. С. 54.
5. Постановление Правительства РФ от 11.02.1999 № 163 «О подписании Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата»
6. Федеральный Закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО И АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ПРОЦЕССОВ СУШКИ

Пастухов Т.Л., Хомяков А.П.
УрФУ
E-mail: mastertom@list.ru

Процесс сушки широко используется в промышленных операциях. Нередко можно встретить применение процесса сушки в химических, нефтяных, фармацевтических, сельскохозяйственных, биохимических, пищевых отраслях.

В данной статье приведены некоторые способы повышения эффективности процессов сушки на примере распылительной сушки.

Одним из методов интенсификации процесса сушки является повышение начальной температуры сушильного агента. Чем выше температура сушильного агента, тем меньше его расход, меньше габариты сушилки, выше термический КПД сушилки [1].

Для оценки влияния температуры сушильного агента на показатели работы сушилки и стоимость процесса сушки были выполнены материально-тепловые и технико-экономические расчеты сушилок при начальной температуре воздуха 160, 240 и 320 °С. Расчеты проведены для установки производительностью 2000 кг/ч испаренной влаги при сушке обезжиренного молока с исходным содержанием сухих веществ 46 %. В таблице приведены результаты расчета. Рассмотрено четыре варианта работы сушилок. Первый вариант предусматривает сушку с начальной температурой теплоносителя 160 °С при нагреве теплоносителя в паровом калорифере. При втором варианте теплоноситель подают в сушилку с температурой 240 °С, при чем нагрев его до 160 °С осуществляется в паровом калорифере, а далее в электрокалорифере. По третьему варианту сушилка оснащается паровым и электрическим калориферами, которые нагревают теплоноситель до 320 °С. Четвертый вариант – начальная температура теплоносителя – 320 °С, достигается за счет нагрева в огневом калорифере. Установлено, что с увеличением температуры входящего в сушилку сушильного агента значительно уменьшаются его расходы, установленная мощность электродвигателей, габариты сушильной камеры, поверхность теплообмена калорифера, а вследствие этого и капиталовложения на оборудование. Наиболее рациональным из всех вариантов, приведенных в таблице, является сушильная установка с огневым калорифером, нагревающим теплоноситель до 320 °С.

Наименование показателя	Температура сушки, °С				
	160 паровой	240 паровой + электр.	320 паровой+ электр.	240 огневой	320 огневой
Производительность по испаренной влаге, кг/ч	2000	2000	2000	2000	2000
Стоимость пара, руб./ч	682,5	312,75	205,5	0	0
Стоимость природного газа на подогрев воздуха, руб./ч	0	0	0	192,75	172,5
Стоимость мазута на подогрев воздуха, руб./ч	0	0	0	300	270
Стоимость электроэнергии на подогрев воздуха, руб./ч	0	553	728	0	0
Стоимость электроэнергии на нагнетание и отсос воздуха, руб./ч	192,5	87,5	56	86,8	67,2
Капиталовложения на основное технологическое оборудование, руб.	7887000	4742760	3810840	5889510	4732200
Суммарные капиталовложения с учетом монтажа, оснастки, системой КИПиА, руб.	13407900	8062692	6478428	10012167	8044740
Амортизационные отчисления руб./год	2145264	1290031	1036548	1601947	1287158
Эксплуатационные затраты, руб./ч	875	953,25	989,2	*279,55 **386,8	*239,7 **337,2
Себестоимость 1 т испаренной влаги, руб./т	586,48	566,21	566,58	*251,02 **304,65	*209,24 **257,99

* При сжигании природного газа

** При сжигании мазута

Основным средством для нагрева сушильного агента в действующих установках сушки является паровой калорифер, который является наиболее металлоёмким из технологического оборудования. В этих условиях изыскание путей интенсификации работы калориферов является весьма актуальной задачей, поскольку позволяет сократить затраты на изготовление наиболее металлоёмкого оборудования.

В работе [1] проведен анализ условий теплообмена в конденсатных и паровых секциях калорифера, проведена сравнительная оценка интенсивности теплопередачи в калориферах с различным конструктивным исполнением теплообменных труб. На основании этих работ предложены рекомендации для повышения эффективности паровых калориферов и теплообменного оборудования, в которых используются оребренные теплообменные трубки.

Паровые калориферы обладают существенным недостатком, связанным с тем, что параметры пара, подаваемого на калорифер, не позволяют обычно увеличить температуру нагреваемого воздуха более 170...180 °С.

Помимо паровых калориферов, в сушильных установках применяют газовые или огневые калориферы [3], нагрев воздуха в которых осуществляется за

счет тепла продуктов сгорания жидкого или газообразного топлива. Эти калориферы обеспечивают постоянство температуры горячего воздуха при нагревании его до 200...300 °С [3]. Использование огневого калорифера позволяет значительно уменьшить стоимость получения 1 тонны готового продукта [1]. Разработаны огневые калориферы, которыми оснащены сушильные установки производительностью 250 и 2000 кг/ч испаренной влаги.

Огневой калорифер, хотя и обладает рядом достоинств, является одним из наиболее сложных и дорогостоящих аппаратов сушильной установки. Исключение калорифера позволило бы упростить схему сушильной установки, существенно снизить стоимость её, в конечном счете, уменьшить стоимость испарения влаги в сушилке. Исходя из этих соображений, проработаны варианты сушильных установок, в которых в качестве сушильного агента используются непосредственно продукты сгорания, получаемые в топке от сжигания природного газа. Известно, что топочными газами, получаемыми при сжигании природного газа, сушат даже кровезаменители и другие стерильные продукты. Рассмотрено три режима работы сушилки: с температурой газовой смеси на входе в сушилку – 160, 240 и 320 °С. Установлено, что применение топочных газов для сушки продуктов позволяет в 2,6...2,7 раза снизить стоимость испарения влаги в сушилке. Причем эта стоимость уменьшается по мере увеличения температуры газов на входе в сушилку.

Вышеописанный прием повышения эффективности процесса распылительной сушки был использован специалистами при модернизации распылительной сушильной установки, эксплуатируемой на «Моспищекомбинате» ОАО «Русский продукт»

Библиографический список

1. Пути повышения эффективности сушки молочных продуктов: Обзорная информация по основным направлениям развития отрасли. Молочная промышленность / В.Д. Харитонов, В.Я. Грановский, В.И. Левераш, А.П. Хомяков. М.: АгроНИИТЭИММП, 1986. 32 с.
2. Циборовский Я. Процессы химической технологии. Л.: Госхимиздат, 1958. 932 с.
3. Лыков М.В., Леончик Б.И. Распылительные сушилки. М.: Машиностроение, 1966.

КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕНСИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ – НАУЧНАЯ СТРАТЕГИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Петин С.Н., Ключников А.Д.

Московский энергетический институт (Технический университет)

spetin@yandex.ru, KliuchnikovAD@mpei.ru

На основании Указа Президента Российской Федерации от 04.06.2008 № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» энергоемкость валового внутреннего продукта (ВВП) Российской Федерации к 2020 году должна быть снижена не менее чем на 40 % по сравнению с 2007 годом. Одним из направлений снижения энергоемкости ВВП может быть реализация на практике результатов научной деятельности российских научных школ, связанных с энергосбережением.